



Detección y reconocimiento de los ocupantes de un vehículo para la gestión de atención en caso de accidentes de tránsito aplicando técnicas de visión artificial

Detection and recognition of the occupants of a vehicle for the management of attention in case of traffic accidents applying artificial vision techniques

Detecção e reconhecimento de ocupantes de um veículo para a gestão da atenção em caso de acidentes de trânsito que aplicam técnicas de visão artificial

José Luis Tinajero-León ^I

joseluis.tinajero@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3389-4077>

Esteban Augusto Guevara-Cabezas ^{II}

esteban.guevara@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6652-047X>

Alonso Washington Álvarez-Olivo ^{III}

aalvarez@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9141-326X>

Narcisa de Jesús Salazar-Álvarez

nsalazar@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6467-0906>

Correspondencia: joseluis.tinajero@esPOCH.edu.ec

Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de investigación

***Recibido:** 15 de febrero de 2020 ***Aceptado:** 27 de abril de 2020 * **Publicado:** 31 de mayo de 2020

- I. Magíster en Sistemas de Control y Automatización Industrial, Ingeniero en Electrónica Control y Redes Industriales, Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica, Laurea in Ingegneria Elettronica, Università Della Calabria, Extranjero, Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- III. Máster en Informática Aplicada, Doctora en Matemática, Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- IV. Máster en Informática Aplicada, Doctor en Matemática, Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Resumen

La tecnología automotriz actualmente se encuentra en crecimiento. Debido a esto se ha generado problemas de incremento de tráfico, que ha sido motivo del aumento de accidentes en las autopistas y ciudades, provocando notables pérdidas humanas. La principal causa detrás estas pérdidas es debido al retardo y la falta de facilidades que se pueden brindar a los sistemas de emergencia que deben asistir a las víctimas, tomando en cuenta estos factores, este artículo propone solucionarlos identificando el número de ocupantes del automóvil y realiza el reconocimiento de todos y cada uno de los individuos, de tal manera que los sistemas de emergencia gestionen de manera efectiva los recursos hacia el punto del accidente. El sistema propuesto utiliza un sistema embebido de bajo costo que permite controlar y gestionar los sensores de detección de colisión, dispositivos de capturas de imágenes que permite detectar los rostros de los ocupantes del vehículo, además permite la comunicación hacia el punto de interés con la información que se obtiene mediante la aplicación de técnicas de procesamiento digital de imágenes dando solución al problemática planteada mediante visión artificial, finalmente el sistema propuesto presenta un alto nivel de respuesta frente a las condiciones establecidas.

Palabras Claves: Visión artificial; detección de rostro; reconocimiento; accidente.

Abstract

Automotive technology is currently growing. Due to this, problems of increased traffic have been generated, which has been the reason for the increase in accidents on motorways and cities, causing notable human losses. The main cause behind these losses is due to the delay and the lack of facilities that can be provided to the emergency systems that must assist victims, taking into account these factors, this article proposes to solve them by identifying the number of occupants of the car and performs the recognition of each and every individual, in such a way that emergency systems effectively manage resources towards the point of the accident. The proposed system uses a low-cost embedded system that allows to control and manage the collision detection sensors, image capture devices that allow detecting the faces of the vehicle occupants, and also allows communication to the point of interest with the information. Obtained through the application of digital image processing techniques, solving the problem posed by artificial vision, finally the proposed system presents a high level of response to the established conditions.

Keywords: Artificial vision; face detection; recognition; accident.

Resumo

Atualmente, a tecnologia automotiva está crescendo. Por esse motivo, foram gerados problemas de aumento de tráfego, motivo pelo aumento de acidentes nas rodovias e cidades, causando perdas humanas notáveis. A principal causa dessas perdas deve-se ao atraso e à falta de instalações que possam ser fornecidas aos sistemas de emergência que devem ajudar as vítimas, levando em consideração esses fatores, este artigo propõe solucioná-las identificando o número de ocupantes do veículo e realizando o reconhecimento de todo e qualquer indivíduo, de maneira que os sistemas de emergência gerenciem efetivamente os recursos até o ponto do acidente. O sistema proposto usa um sistema embarcado de baixo custo que permite que os sensores de detecção de colisão sejam controlados e gerenciados, dispositivos de captura de imagem que permitem a detecção das faces dos ocupantes do veículo e também permite a comunicação ao ponto de interesse com as informações. Obtido através da aplicação de técnicas de processamento digital de imagens, resolvendo o problema da visão artificial, finalmente o sistema proposto apresenta um alto nível de resposta às condições estabelecidas.

Palavras-Chave: Visão artificial; detecção de rosto; reconhecimento acidente.

Introducción

Actualmente los accidentes de tránsito son unas de las primeras causas de muerte en el mundo entero (Chris Thompson,), tomando en cuenta que las consecuencias de los accidentes de tránsito dependen fuertemente de los tiempos de repuesta de los servicios de emergencia: El tiempo en el que ocurre el accidente y la llegada de los servicios de emergencia al lugar, además, del nivel de información con respecto al número y condición de la persona herida (Lorena San Vicente,).

Actualmente, la visión artificial se utiliza frecuentemente para la observación de objetos y el entorno para obtener información relevante. A pesar de que la visión es una habilidad básica y común para personas normales, los procesos y principios para la determinación del sistema visual son complejos (J Lemley, 2017).

La visión artificial tiene la capacidad de simular la visión humana mediante la reconstrucción de imágenes por computadora mediante la utilización de software/hardware para analizar y procesar

Información visual. Dentro del proceso están inmersos sistemas de adquisición, transmisión, procesamiento, selección, almacenamiento, que nos permiten comprender la información visual de la imagen o secuencia de imágenes, la visión artificial nos permite comprender el mundo externo mediante recopilación de información relevante del objeto o ambiente, se basa en dispositivos electrónicos y programas informáticos que nos permiten adquirir y procesar los datos obtenidos respectivamente (L González, 2016).

El sistema de visión artificial orientado para el reconocimiento facial presentado en este artículo presenta características importantes de alta adaptabilidad y precisión, además presenta una respuesta rápida. Los resultados mostrados en base al algoritmo planteado son versátiles.

En este artículo, proponemos el control los dispositivos de adquisición de datos y sensores de colisión mediante una tarjeta de desarrollo Raspberry Pi. La computadora Raspberry Pi es un sistema contenido en un chip (SoC, System on chip), posee un diseño donde una sola placa contiene todos los circuitos esenciales para su funcionamiento, como la Unidad Central de Procesamiento (CPU), los Gráficos Unidad de procesamiento (GPU), varias entradas, salidas y circuitos de procesamiento (S Yamanoor, 2017). La disponibilidad de funciones como en los pines de entrada y salida de uso general (GPIO) hacen que la computadora sea apta para programar hardware, así como para configurar circuitos electrónicos y recopilar datos a través de diversos medios. Esto hace que la computadora sea capaz de ser utilizada en diferentes aplicaciones (E. Upton, 2016).

Los sensores de colisión propuestos en este sistema se encuentran ubicados de manera estratégica en el prototipo con el fin de detectar de manera eficiente si se produce una colisión entre el vehículo con un objeto. Por otro lado, la literatura sobre los sensores móviles de colisión es relativamente nueva debido a las nuevas tecnologías inalámbricas y de sensores que surgieron recientemente (C.G. Cassandras). Además debemos considerar para la implantación factores como diseño de redes de sensores estáticos y dinámicos. En sus criterios de diseño, se consideran cuestiones como la cobertura máxima, detección de eventos y gasto energético mínimo de comunicación (A. Ganguli, 2005).

Importancia del Problema

En muchas de las ocasiones durante un accidente de tránsito se desconoce el número de ocupantes de un vehículo y de las personas que se desplazan al interior del mismo, lo cual, representa un problema al momento de gestionar la atención y envío de los diversos sistemas de emergencia. La investigación identifica de manera eficaz cuales son los diversos ocupantes que se encuentran al interior del automóvil en el momento en se produce un accidente, permitiendo conocer con precisión quienes se encontraban dentro.

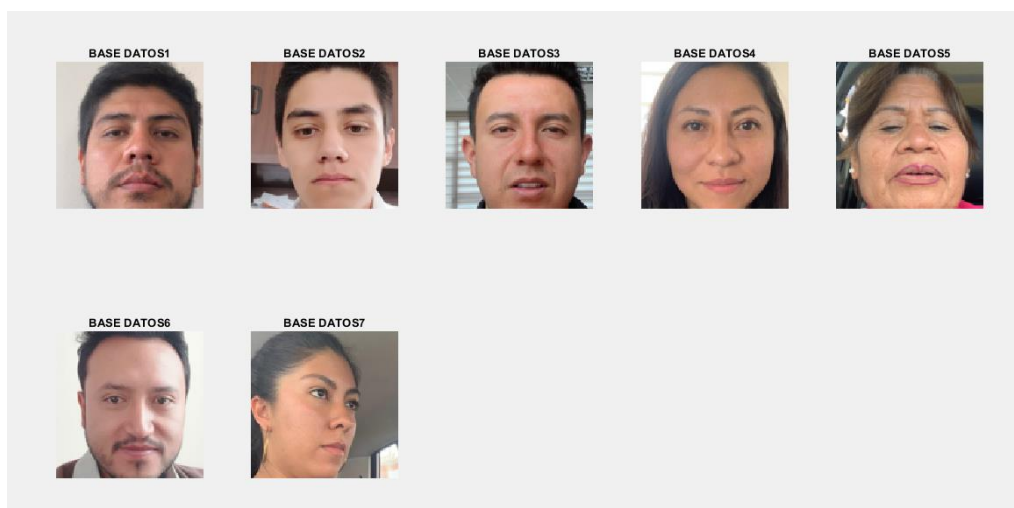
Metodología

La investigación realizada presenta un enfoque descriptivo, se diseñó un algoritmo para la identificación, reconocimiento y almacenamiento de los rostros de los diversos ocupantes de un vehículo. De manera adicional se implementó un sistema hardware que posiciona la cámara Raspberry Pi NoIR en diferentes ángulos para obtener las capturas de imágenes que permiten realizar el procesamiento digital de imágenes. Las etapas implementadas en el diseño de software se detallan a continuación:

Creación de Base de Datos

Para realizar la identificación de los ocupantes se crea una base de datos personalizada para cada vehículo en donde se implementa el prototipo, se considera aproximadamente 10 personas que pueden conformar el grupo de análisis. Por cada individuo se realiza tres capturas modificando el ángulo de posicionamiento del rostro, se utiliza el algoritmo de detección de objetos en cascada para identificar el rostro y realizar un recorte donde se eliminan diversos distractores que pueden alterar al procesamiento digital de imágenes. En la Imagen 1 se evidencia la base de datos.

Imagen 1: Base de Datos



Fuente: J Tinajero, E Guevara y A Álvarez, Ecuador, 2019

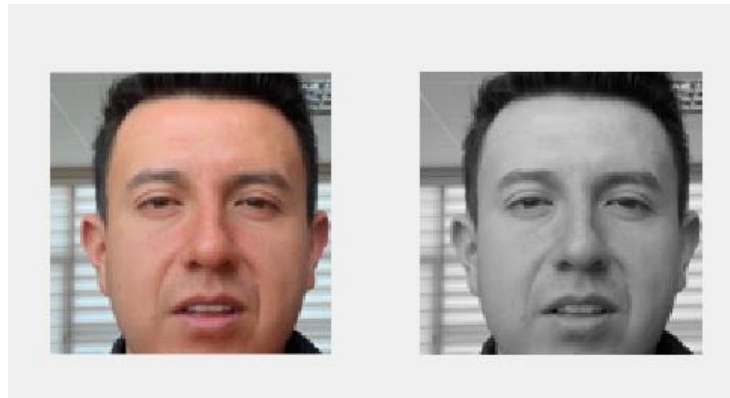
Captura de Imágenes dentro del vehículo

Mediante sensores instalados en los asientos del vehículo, se realiza la activación de un servomotor el cual posiciona a la cámara en diversas posiciones, de modo, que se realizan varias capturas de cada una de las diversas ubicaciones donde se pueden sentar los ocupantes del vehículo.

Conversión de tipo de imágenes

Para facilitar el procesamiento digital de imágenes, se realiza la conversión del formato de imágenes. Las capturas realizadas en el interior del vehículo son de tipo RGB, por lo tanto poseen aproximadamente 16,7 millones de colores en los cuales se puede desplegar la información, cabe destacar que las imágenes para el procesamiento tienen una dimensión de 120x120 píxeles lo cual facilita encontrar resultados. En la imagen 2 se evidencia el cambio de tipo de imagen.

Imagen 2: Conversión del tipo de imagen



Fuente: J Tinajero, E Guevara y A Álvarez, Ecuador, 2019

Correlación de imágenes

Se emplea para determinar el porcentaje de parecido que poseen dos imágenes, es decir, el nivel de similitud que poseen las imágenes capturas de los ocupantes del móvil con respecto de las imágenes que conforman la base de datos. El valor de la correlación varía entre el rango de -1 y 1 donde los extremos indican que dos imágenes poseen la misma información, pero si el valore se aproxima a 0 indica que las capturas procesadas son totalmente diferentes. La imagen 3 se despliega los valores encontrados de la comparación entre las diversas imágenes.

Imagen 3: Valores de la correlación de imágenes

k = -0.4135	0.3539	0.0078	0.3048	0.3059	-0.1829
km = 0.3539					

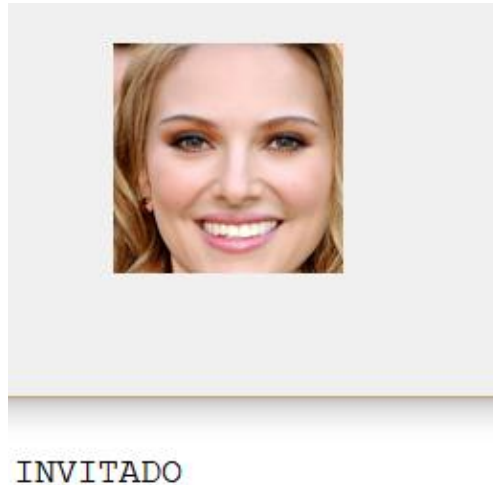
Fuente: J Tinajero, E Guevara y A Álvarez, Ecuador, 2019

Emparejamiento

Si el valor de correlación es elevado, se procede a comparar la imagen ingresada con la base de datos. Para lo cual se emplea el algoritmo SURFFeatures el mismo que está conformado por tres etapas: extracción, descripción y emparejamiento de características. Para el desarrollo de la aplicación se extraen y detectan 100 puntos propios de cada una de las imágenes en estudio. Para desplegar el resultado se emplea el sobre posicionamiento de imágenes en las cuales se incluye

los puntos más relevantes de las capturas realizadas con su respectiva base de datos. En la imagen 4 se evidencia los puntos característicos.

Imagen 4: Usuario del vehículo no encontrado

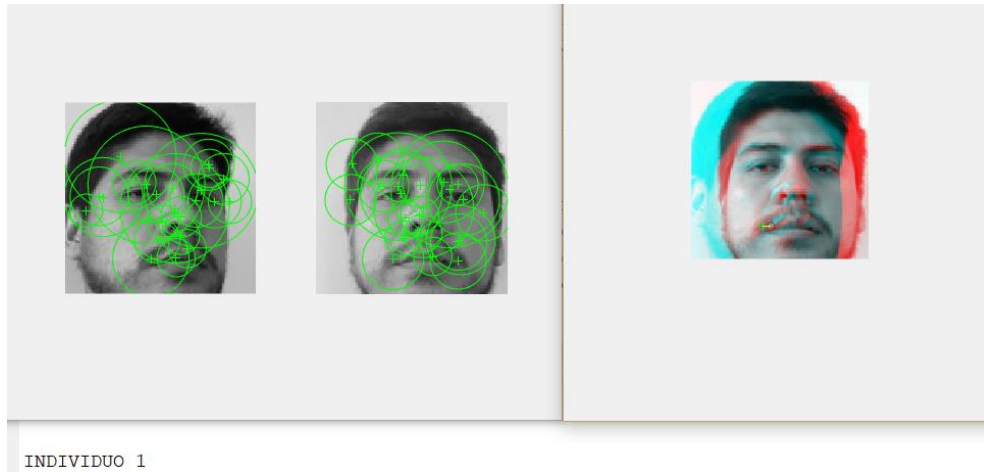


Fuente: J Tinajero, E Guevara y A Álvarez, Ecuador, 2019

Ocupantes Nuevos

El sistema mediante programación está en la capacidad de identificar cuando un ocupante del vehículo no pertenece a la base de datos creada, es decir, si el procesamiento digital de imágenes obtiene valores de correlación cercanos a cero el algoritmo desarrollado realiza la detección del rostro del individuo y almacena dicha información de manera permanente en el ordenador etiquetando al individuo. El recorte que se realiza al rostro detectado de una persona extraña en el vehículo se muestra en la imagen 5.

Imagen 5: Extracción, detección y emparejamiento algoritmo SURFFeatures



Fuente: J Tinajero, E Guevara y A Álvarez, Ecuador, 2019

Envío de alerta

De acuerdo a los individuos detectados e identificados el algoritmo en caso de existir una colisión, el algoritmo realizará el envío de dicha información mediante la activación de diversos pines digitales de la tarjeta de desarrollo, los mismos que activaran un sistema de posición GPS y envío de dicha información mediante mensajes de texto.

Resultados

Para la verificación de la efectividad del algoritmo se desarrollaron 100 pruebas, de las cuales el 90% empareja las imágenes en forma adecuada y el 10% no logra emparejar correctamente, existiendo una diferencia significativa entre los aciertos versus los desaciertos.

Conclusiones

Se logra un posicionamiento adecuado de la cámara mediante un servomotor ubicado en la base de esta, lo cual permite realizar diversas capturas de imágenes a todos los ocupantes del vehículo. El sistema propuesto evidencia un alto nivel de eficiencia en la detección de los ocupantes del vehículo mediante la comparación con los diversos individuos de la base de datos creada, de forma específica para la aplicación.

Si el nivel de correlación de las imágenes de la base de datos con la captura realizada es bajo, se almacena la imagen del rostro detectado de la persona y lo etiqueta como “INVITADO”

Las pruebas realizadas evidencian un alto nivel de confiabilidad para realizar el emparejamiento de dos imágenes, en base a la cantidad de puntos aplicados al algoritmo SURFFeatures se logra de forma adecuada el emparejamiento de las imágenes.

Referencias

1. Chris Thompson, Jules White, Brian Dougherty, Adam Albright, and Douglas C. Schmidt, “Using Smartphones to Detect Car Accidents and Provide Situational Awareness to Emergency Responders”, Vanderbilt University, Nashville, TN USA
2. Lorena San Vicente Foronda, “Automotive Events Detection using MEMS Accelerometers”, PildoLabs, Universitat Politècnica de Catalunya
3. Rautaray, S. S., & Agrawal, A. (2015): Vision based hand gesture recognition for human computer interaction: a survey. *Artificial Intelligence Review*, Vol. 43, No. 1, pp. 1-54.
4. Lemley, J., Bazrafkan, S., & Corcoran, P. (2017): Deep Learning for Consumer Devices and Services: Pushing the limits for machine learning, artificial intelligence, and computer vision. *IEEE*.
5. Gonzalez, L. F., Montes, G. A., Puig, E., Johnson, S., Mengersen, K., & Gaston, K. J. (2016): Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and artificial intelligence revolutionizing wildlife monitoring and conservation. *Sensors*, Vol. 16, No. 1, pp. 97.
6. S. Yamanoor, S. Yamanoor, “Python Programming with Raspberry Pi”, Packt: Birmingham, April 2017.
7. E. Upton, J. Duntemann, R. Roberts, T. Mamtora, B. Everard, “Learning Computer Architecture with Raspberry Pi”, Wiley: Indianapolis, September 2016.
8. C. G. Cassandras and W. Li, “Sensor networks and cooperative control,” *Eur. J. Control*, vol. 11, no. 4–5, pp. 436–463, 2005.
9. A. Ganguli, S. Susca, S. Martínez, and F. B. J. Cortés, “On collective motion in sensor networks: Sample problems and distributed algorithms,” in *Proc. IEEE Conf. Decision Control*, 2005, pp. 4239–4244.

References

1. Chris Thompson, Jules White, Brian Dougherty, Adam Albright, and Douglas C. Schmidt, "Using Smartphones to Detect Car Accidents and Provide Situational Awareness to Emergency Responders", Vanderbilt University, Nashville, TN USA
2. Lorena San Vicente Foronda, "Automotive Events Detection using MEMS Accelerometers", PildoLabs, Universitat Politècnica de Catalunya
3. Rautaray, S. S., & Agrawal, A. (2015): Vision based hand gesture recognition for human computer interaction: a survey. *Artificial Intelligence Review*, Vol. 43, No. 1, pp. 1-54.
4. Lemley, J., Bazrafkan, S., & Corcoran, P. (2017): Deep Learning for Consumer Devices and Services: Pushing the limits for machine learning, artificial intelligence, and computer vision. *IEEE*.
5. Gonzalez, L. F., Montes, G. A., Puig, E., Johnson, S., Mengersen, K., & Gaston, K. J. (2016): Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and artificial intelligence revolutionizing wildlife monitoring and conservation. *Sensors*, Vol. 16, No. 1, pp. 97.
6. S. Yamanoor, S. Yamanoor, "Python Programming with Raspberry Pi", Packt: Birmingham, April 2017.
7. E. Upton, J. Duntemann, R. Roberts, T. Mamtora, B. Everard, "Learning Computer Architecture with Raspberry Pi", Wiley: Indianapolis, September 2016.
8. C. G. Cassandras and W. Li, "Sensor networks and cooperative control," *Eur. J. Control*, vol. 11, no. 4–5, pp. 436–463, 2005.
9. A. Ganguli, S. Susca, S. Martínez, and F. B. J. Cortés, "On collective motion in sensor networks: Sample problems and distributed algorithms," in *Proc. IEEE Conf. Decision Control*, 2005, pp. 4239–4244.

Referências

1. Chris Thompson, Jules White, Brian Dougherty, Adam Albright e Douglas C. Schmidt, "Usando smartphones para detectar acidentes de carro e fornecer consciência situacional para os socorristas", Universidade de Vanderbilt, Nashville, TN EUA.
2. Lorena San Vicente Foronda, "Detecção de eventos automotivos usando acelerômetros MEMS", PildoLabs, Universitat Politècnica of Catalunya

3. Rautaray, S. S., & Agrawal, A. (2015): reconhecimento de gestos com as mãos baseado em visão para a interação computador humano: uma pesquisa. *Revisão de Inteligência Artificial*, Vol. 43, No. 1, pp. 1-54.
4. Lemley, J., Bazrafkan, S., & Corcoran, P. (2017): Deep Learning para dispositivos e serviços do consumidor: Aumentando os limites do aprendizado de máquina, inteligência artificial e visão computacional. *IEEE*.
5. Gonzalez, L.F., Montes, G. A., Puig, E., Johnson, S., Mengersen, K. e Gaston, K. J. (2016): Veículos Aéreos Não Tripulados (UAVs) e inteligência artificial revolucionando o monitoramento e a conservação da vida selvagem. *Sensors*, Vol. 16, No. 1, pp. 97
6. S. Yamanoor, S. Yamanoor, "Programação em Python com Raspberry Pi", Packt: Birmingham, abril de 2017.
7. E. Upton, J. Duntemann, R. Roberts, T. Mamtora, B. Everard, "Learning Computer Architecture with Raspberry Pi", Wiley: Indianapolis, setembro de 2016.
8. C. G. Cassandras e W. Li, "Redes de sensores e controle cooperativo", *Eur. J. Control*, vol. 11, n. 4-5, pp. 436-463, 2005.
9. A. Ganguli, S. Susca, S. Martínez e F. B. J. Cortés, "Sobre movimento coletivo em redes de sensores: problemas de amostra e algoritmos distribuídos", em *Proc. IEEE Conf. Decision Control*, 2005, pp. 4239-4244.

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).